

## DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets <sup>6</sup> : <b>G02B 5/32, G03B 21/60, G03H 1/02</b>	<b>A1</b>	(11) Numéro de publication internationale: <b>WO 95/34832</b>
		(43) Date de publication internationale: 21 décembre 1995 (21.12.95)

(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR94/00727

(22) Date de dépôt international: 16 juin 1994 (16.06.94)

(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): THOMSON-CSF [FR/FR]; 173, boulevard Haussmann, F-75008 Paris (FR).

(72) Inventeurs; et

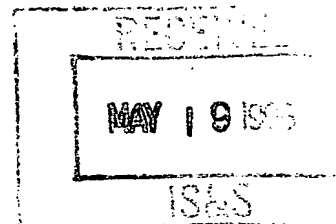
(75) Inventeurs/Déposants (US seulement): HUIGNARD, Jean-Pierre [FR/FR]; Thompson-CSF SCPI, Boîte postale 329, F-92402 Courbevoie Cédex (FR). JOUBERT, Cécile [FR/FR]; Thompson-CSF SCPI, Boîte postale 329, F-92402 Courbevoie Cédex (FR). LEHUREAU, Jean-Claude [FR/FR]; Thompson-CSF SCPI, Boîte postale 329, F-92402 Courbevoie Cédex (FR). LOISEAUX, Brigitte [FR/FR]; Thompson-CSF SCPI, Boîte postale 329, F-92402 Courbevoie Cédex (FR).

(74) Représentant commun: THOMSON-CSF SCPI; Boîte postale 329, F-92402 Courbevoie Cédex (FR).

(81) Etats désignés: JP, US, brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Publiée

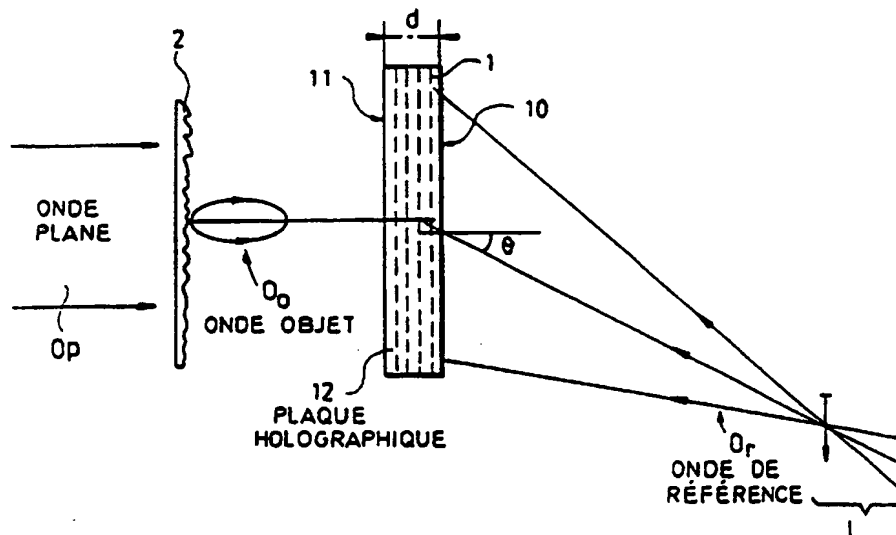
Avec rapport de recherche internationale.



REF <u>AA</u>	RCA <u>88702</u>
CORRES. US/UK: _____	
COUNTRY <u>US</u>	

(54) Title: HOLOGRAPHIC PROJECTION SCREEN AND METHOD FOR ITS PRODUCTION

(54) Titre: ECRAN DE PROJECTION HOLOGRAPHIQUE ET PROCEDE DE REALISATION



## (57) Abstract

Holographic projection screen comprising at least one layer of photosensitive material (1) in which at least one index network can be recorded by interference of an optical write wave and an object optical wave, the thickness of the layer of photosensitive material being at least  $n_0 \Lambda^2 / 2\pi \lambda$ ,  $n_0$  being the average index of the photosensitive material;  $\Lambda$  being the average pitch of the index network;  $\lambda$  being the write wave length. The screen of the invention is for large screen projection and overhead projection using a liquid crystal projector.

(57) Abrégé

Ecran de projection holographique comportant au moins une couche en matériau photosensible (1) dans lequel au moins un réseau d'indice peut être enregistré par interférence d'une onde optique d'enregistrement et d'une onde optique objet, l'épaisseur de la couche en matériau photosensible étant supérieure ou égale à  $n_o \Lambda^2 / 2\pi \lambda$ ,  $n_o$  étant l'indice moyen du matériau photosensible;  $\Lambda$  étant le pas moyen du réseau d'indice;  $\lambda$  étant la longueur d'onde d'enregistrement. Application: Projection et rétroprojection grand écran avec un projecteur à cristaux liquides.

**UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION**

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AT	Autriche	GB	Royaume-Uni	MR	Mauritanie
AU	Australie	GE	Géorgie	MW	Malawi
BB	Barbade	GN	Guinée	NE	Niger
BE	Belgique	GR	Grèce	NL	Pays-Bas
BF	Burkina Faso	HU	Hongrie	NO	Norvège
BG	Bulgarie	IE	Irlande	NZ	Nouvelle-Zélande
BJ	Bénin	IT	Italie	PL	Pologne
BR	Brésil	JP	Japon	PT	Portugal
BY	Bélarus	KE	Kenya	RO	Roumanie
CA	Canada	KG	Kirghizistan	RU	Fédération de Russie
CF	République centrafricaine	KP	République populaire démocratique de Corée	SD	Soudan
CG	Congo	KR	République de Corée	SE	Suède
CH	Suisse	KZ	Kazakhstan	SI	Slovénie
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	SK	Slovaquie
CM	Cameroun	LK	Sri Lanka	SN	Sénégal
CN	Chine	LU	Luxembourg	TD	Tchad
CS	Tchécoslovaquie	LV	Lettonie	TG	Togo
CZ	République tchèque	MC	Monaco	TJ	Tadjikistan
DE	Allemagne	MD	République de Moldova	TT	Trinité-et-Tobago
DK	Danemark	MG	Madagascar	UA	Ukraine
ES	Espagne	ML	Mali	US	Etats-Unis d'Amérique
FI	Finlande	MN	Mongolie	UZ	Ouzbékistan
FR	France			VN	Viet Nam
GA	Gabon				

## ECRAN DE PROJECTION HOLOGRAPHIQUE ET PROCEDE DE REALISATION

5 L'invention concerne un écran de projection holographique et son procédé de réalisation.

Un système de projection est constitué d'une image émettrice de petite dimension, qui est agrandie par une optique adaptée et projetée sur un écran. L'image émettrice est généralement une transmittance active ou non  
10 active éclairée par une source lumineuse collimatée.

Lorsque la projection est dite frontale, le spectateur est placé du même côté que le projecteur par rapport à l'écran, qui réfléchit alors l'image vers le spectateur.

Lorsque le projecteur éclaire l'arrière de l'écran par rapport au spectateur, il s'agit d'un écran rétroprojecteur.  
15

Compte tenu de la faible luminosité des images issues du projecteur, il est préférable que l'écran soit directif et à gain pour qu'une grande partie de la lumière émise par l'écran atteigne l'oeil du spectateur.

Par ailleurs dans le cas des écrans à projection frontale il peut être  
20 avantageux pour des raisons de commodité de pouvoir positionner le projecteur non pas au milieu par rapport à l'écran de projection mais sur les côtés ou en haut ou en bas. Ce type de fonctionnement du projecteur est obtenu habituellement en décentrant l'image émettrice par rapport à l'axe optique du système de projection.

25 Mais pour que la lumière diffusée par l'écran atteigne le spectateur il faudrait dans ce cas que l'écran à gain possède une indicatrice de luminance hors d'axe par rapport à la direction du rayon moyen réfléchit. Ainsi comme cela est représenté en figure 1, un faisceau incident F1 (faisceau de projection) se réfléchit sur l'écran EC, de façon classique, selon une direction F2. Pour qu'il  
30 atteigne le spectateur, il faut qu'il soit dirigé selon une direction de lobe F3.

Un tel écran, échappant par principe aux lois de la réflexion géométrique, n'est pas réalisable dans une structure classique. On sait par contre réaliser en optique classique des écrans effectuant en transmission ces fonctions diffusion avec gain "hors d'axe". Il s'agit de structures complexes de type  
35 Fresnel lenticulaire. Par conséquent, les système de type projection frontale utilisent des écrans soit à très faible gain (salle de cinéma), soit de type Lambertien.

On note par ailleurs, comme inconvénient majeur des dispositifs à projection frontale, le faible contraste de l'image projetée dès lors que l'éclairage ambiant augmente. Ceci est lié à la nature même de l'écran, de type surface blanche, qui rediffuse une grande partie de lumière incidente quelle que soit son origine.

On préfère donc généralement des dispositifs de type "rétro projection" dont l'écran diffusant possède une "black matrix" qui permet d'augmenter sensiblement le contraste de l'image pour un même éclairage ambiant.

Pour illustrer l'état de la technique, on cite le document suivant décrivant différents dispositifs de projection :

M. KAWASHIMA et al, "Display and projection devices for HDTV", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol 34, N°1, February 1988, 100-110.

L'invention a pour objet un écran réalisé par une méthode holographique plus spécifiquement adapté à la projection frontale et permettant de fournir les différentes caractéristiques souhaitées illustrées sur la figure 2.

La quantité de lumière qui atteint l'oeil du spectateur dépend :

- de la direction du rayon moyen issu de l'image à projeter réfléchi par l'écran vers le spectateur ;
- du lobe de diffusion de la lumière autour du rayon moyen.

Les principales caractéristiques souhaitées sont :

- re-direction en chaque point de l'écran du rayon moyen issu de l'objection de projection dans la direction du spectateur (horizontale par exemple) : fonction hors d'axe. Les ordres de grandeur des angles d'incidence sur l'écran sont spécifiés sur la figure 2. Ils sont variables d'une extrémité à l'autre de l'écran.

- Diffusion de la lumière autour du rayon moyen.
- Gain d'écran : lobe de diffusion anisotrope, plus large en horizontal qu'en vertical, typiquement plus ou moins 15° en vertical pour plus ou moins 30 à 45° plus ou moins 45° en horizontal suivant les applications.

- Réalisation de ces fonctions pour les trois primaires chromatiques rouge, vert et bleu sans "color shift".

- Diffusion minimum de la lumière ambiante vers le spectateur pour obtenir un meilleur contraste.

L'invention concerne donc un écran de projection holographique, caractérisé en ce qu'il comporte au moins une couche en matériau photosensible

dans lequel au moins un réseau d'indice peut être enregistré par interférence d'une onde optique d'enregistrement et d'une onde optique objet, l'épaisseur de la couche en matériau photosensible étant supérieure ou égale à  $n_0 \Lambda^2 / 2\pi\lambda$

$n_0$  étant l'indice moyen du matériau photosensible;

5  $\Lambda$  étant le pas moyen du réseau d'indice ;

$\lambda$  étant la longueur d'onde d'enregistrement.

L'invention concerne également un procédé de réalisation d'un écran holographique, caractérisé en ce que :

10 - on réalise au moins une couche d'un matériau photosensible permettant d'enregistrer au moins un réseau de strates d'indices par interférence d'une onde objet à une onde d'enregistrement, l'épaisseur de cette couche étant supérieure ou égale à  $n_0 \Lambda^2 / 2\pi\lambda$

$n_0$  étant l'indice moyen du matériau photosensible;

$\Lambda$  étant le pas moyen du réseau d'indice ;

15  $\lambda$  étant la longueur d'onde d'enregistrement.

- on enregistre le réseau de strates d'indices par éclairage de la couche à l'aide d'une onde objet faisant un premier angle d'incidence avec le plan de la couche et d'une onde d'enregistrement faisant un deuxième angle d'incidence avec le plan de la couche.

20 Les différents objets et caractéristiques de l'invention apparaîtront plus clairement dans la description qui va suivre faite à titre d'exemple en se reportant aux figures annexées qui représentent :

- les figures 1 et 2, des schémas explicatifs du système de projection auxquels doit obéir l'invention ;

25 - les figures 3a et 3b, un exemple de réalisation d'un écran de projection frontal selon l'invention ;

- les figures 4a et 4b, un exemple de réalisation d'un écran de rétroprojection selon l'invention ;

30 - la figure 5, un exemple de réalisation compacte d'un dispositif holographique selon l'invention.

L'écran selon l'invention est une structure diffractante de phase qui, éclairée par les rayons issus de l'image à projeter, diffracte une onde diffuse selon un rayon moyen choisi et ayant un lobe de diffusion choisi également, assurant ainsi les deux fonctions diffusion et gain hors d'axe.

35 Cet écran comporte un hologramme réalisé optiquement, éventuellement en une fois de façon globale et non usiné mécaniquement point par point.

Cet hologramme est enregistré dans une plaque holographique 1 (voir figures 3a, 3b, 4a, 4b) comportant une couche photosensible permettant d'enregistrer l'hologramme. Cette couche photosensible a pour caractéristique d'avoir une épaisseur  $d$  qui répond à la relation

$$2\pi\lambda d/n_0\Delta^2 \geq 1$$

dans laquelle :  $\lambda$  = longueur d'onde d'enregistrement  
 $d$  = épaisseur de la couche photosensible  
 $n_0$  = indice moyen du milieu photosensible  
 $\Delta$  = pas moyen du réseau enregistré

Avec une telle couche photosensible, comme on le verra ci-après, on obtiendra après enregistrement avec une onde Or faisant un angle d'incidence déterminé, un écran qui ne réfléchira que la lumière incidente selon quasiment le même angle et qui sera donc insensible à la lumière ambiante. Le réseau enregistré aura des propriétés de sélectivité angulaire et spectrale dites de Bragg et une forte efficacité de diffraction à la longueur d'onde d'enregistrement.

En se reportant à la figure 3a, on va décrire un procédé de réalisation d'un écran à projection frontale selon l'invention fonctionnant pour une gamme de longueur étroite autour d'une des trois longueurs d'ondes primaires du triangle des couleurs.

Comme cela est représenté sur la figure 3a, on dispose une source lumineuse L éclairant la face 11 d'une plaque holographique avec une onde lumineuse Or sous une incidence de  $\theta$  degrés. Un réseau diffuseur de lumière 2 est placé parallèlement à la face 11 de la plaque holographique. De façon préférentielle, le réseau 2 est accolé ou quasiment accolé à la face 11. Le réseau diffuseur reçoit une onde d'éclairement OP et retransmet à la plaque 1 une onde diffusée Oo. De préférence, l'onde objet d'éclairement Op est une onde plane perpendiculaire ou quasi-perpendiculaire à la face 11.

Rappelons tout d'abord qu'un hologramme enregistre les interférences entre une onde objet Oo et une onde de référence Or. L'hologramme une fois développé restitue l'onde objet s'il est éclairé par l'onde de référence. La réponse en fréquence spatiale ( $\Delta^{-1}$ ) du matériau photosensible de l'hologramme peut être exploitée pour ajuster le lobe de diffusion du faisceau diffracté. On peut donc combiner les caractéristiques du réseau diffuseur et donc des lobes de diffusion de ce réseau avec la réponse du matériau photosensible pour ajuster les lobes de diffusion de l'hologramme à la lecture.

Comme cela est représenté en figure 3a, à l'enregistrement, l'onde objet Oo est constituée de l'onde issue d'un diffuseur 2 éclairé par une onde

plane Op se propageant selon l'axe horizontal. Cette onde Oo doit se rapprocher le plus possible de l'onde Os de la figure 2 que l'on souhaite envoyer au spectateur. La plaque optimale ou onde d'enregistrement est l'onde arrivant sur la plaque holographique 1 avec les mêmes caractéristiques angulaire que l'onde Oi de la figure 2.

La plaque holographique 1 comporte un milieu photosensible type photopolymère ou en gélatine bichromatée qui enregistre l'intensité de la figure d'interférence entre les deux ondes Oo et Or sous forme de variations d'indices de réfraction (hologramme de phase).

Le réseau d'indices enregistré dans la plaque 1 est représenté par les traits pointillés 12.

La figure 3b représente l'utilisation de l'écran de la figure 3a convenablement enregistré. Après avoir enregistré l'hologramme, la face 11 est recouverte d'une couche 6 absorbant la lumière.

La face 10 de l'écran est éclairé par une onde de lecture Oi émis par une source lumineuse L' de sensiblement même longueur que la source L de la figure 3a et faisant sensiblement également un angle d'incidence  $\theta$  avec la face 10 (comme en figure 3a).

En raison de la réflexion sur le réseau d'indice enregistré dans la plaque 1, celle-ci réfléchit le faisceau Oi et transmet vers le spectateur 4 un faisceau diffusé similaire à l'onde objet Oo. La lumière qui n'est pas incidente sur la face 10 selon l'angle  $\theta$  traverse la couche 1, atteint la couche absorbante 6 est absorbée par cette couche.

En plaçant entre la source L' et l'écran 1, un modulateur spatial d'intensité lumineuse 5, représentant par exemple une image, on va afficher sur l'écran 1 cette image.

L'efficacité de fonction de diffraction (fonctionnant en réflexion ou en transmission) de 100 % peut être obtenue pour une onde de lecture Oi ayant la même direction et la même longueur d'onde que l'onde de référence Or (condition de Bragg). De plus, pour des valeurs de la modulation d'indice  $\Delta\eta$  - 0,04-0,07, l'hologramme possède une bande passante angulaire et spectrale importante :

Par exemple, pour le cas précédent avec une variation d'indice de 0,05 si l'on relit l'hologramme avec une onde de largeur spectrale de plus ou moins 30 nm autour de la longueur d'onde d'enregistrement, on aura encore environ 80 % d'efficacité de diffraction. Cette largeur spectrale est typique pour les primaires issues des sources blanches couramment utilisées pour la

projection. De même avec une onde ayant une largeur angulaire de plus ou moins  $3^\circ$  en plus d'une largeur spectrale de 60 nm on obtiendra 70 % d'efficacité de diffraction. On peut donc diffracter aisément toute la largeur spectrale d'une primaire donnée.

5 Par contre la lumière ambiante qui arrive sur l'écran avec une incidence située en-dehors de la bande passante angulaire centrée sur l'incidence de Bragg n'est pas diffractée par l'écran vers le spectateur. Elle est transmise par la couche 1 puis est absorbée par la couche 6 et le contraste de l'image projetée en est renforcé. Ceci constitue un avantage supplémentaire de l'écran  
10 holographique.

La figure 4 représente un procédé d'enregistrement d'un écran fonctionnant par rétroprojection.

La couche photosensible 1 de l'écran a les mêmes caractéristiques que décrites précédemment ( $d \gg n_o \Lambda^2 / 2\pi\lambda$ ). L'enregistrement d'un réseau de  
15 Bragg se fait comme précédemment par interférence d'une onde de référence Or et d'une onde objet Oo. Ces deux ondes éclairent la même face 11 de la couche photosensible 11. Un réseau de strates 12 est ainsi enregistré.

Pour la lecture, comme cela est représenté en figure 4b, une onde de lecture Oi quasiment identique à l'onde Or en inclinaison et en longueur d'onde  
20 éclaire la face 11. Le réseau de strates 12 diffracte ce faisceau et transmet une onde Os vers le spectateur 4. Un modulateur spatial d'intensité lumineuse 5 ou image transparente placé entre la source L' et la face 11 permet ainsi d'afficher par rétroprojection une image contenue dans le modulateur 5.

Dans les deux cas de projection (figures 3b et 4b), il est possible  
25 d'obtenir une efficacité de diffraction de 100 % pour la longueur d'onde d'enregistrement. Toute l'énergie de l'onde Oi dite "de lecture" peut être redirigée dans l'axe horizontal avec un lobe de diffusion choisi.

Ces conditions sont réalisées avec par exemple :

$\lambda = 0,535 \text{ nm}$   
30  $\Lambda_{\text{moyen}} = 0,2 ; 0,4 \text{ } \mu\text{m}$   
 $n_o = 1,5$   
 $d = 8 \text{ } \mu\text{m}$

L'invention présente les avantages suivants :

- Une bonne efficacité lumineuse : l'écran de diffusion très mince  
35 absorbe peu de lumière. L'exploitation de l'effet Bragg permet de réaliser les fonctions re-direction + diffusion avec une efficacité d'environ 80 % en tenant compte de l'extension angulaire et spectrale de l'image à projeter.



- Très bon contraste de l'image : la sélectivité Bragg limite la réflexion de l'éclairage ambiant.

- Une technologie simple : l'hologramme s'enregistre en une fois et aucun usinage mécanique n'est nécessaire. Ce n'est pas le cas pour les écrans  
5 actuels en transmission qui utilisent des microlentilles de Fresnel usinées de quelques centaines de microns de diamètre pour re-diriger les rayons.

- Une duplication optique du composant une fois le "master" réalisé.

- Aucunes pertes de résolution, liée, dans les écrans classiques, à la taille du grain du diffuseur.

10 Les exemples qui précèdent fonctionnent avec une longueur d'onde d'enregistrement. La projection est donc monochrome. L'invention est également applicable à la réalisation d'un écran trichromatique.

Selon une première forme de réalisation l'écran de projection comporte une couche en matériau photosensible dans tout le spectre de la  
15 lumière visible. L'épaisseur de la couche photosensible est supérieure à  $n_0 \Lambda^2 / 2\pi \lambda_m$ , dans laquelle  $\lambda_m$  est la longueur d'onde moyenne du spectre de longueurs d'ondes auxquelles est sensible à la couche photosensible. Pour réaliser l'écran on enregistre dans la même couche photosensible trois fonctions monochromes. Chaque fonction monochrome est enregistrée comme décrit  
20 précédemment à l'aide d'une onde optique dont la longueur d'onde correspond à une longueur d'onde primaire (rouge, vert ou bleu) et dont la direction fait un angle d'incidence  $\theta$  avec le plan de la couche photosensible. Les enregistrements des trois fonctions monochromes se font simultanément ou séparément selon le même angle d'incidence  $\theta$  et avec le même réseau diffuseur 2.

25 Comme cela a été décrit précédemment la projection sur un tel écran se fait avec une source trichrome orientée vers l'écran selon le même angle d'incidence  $\theta$ . -

Selon une deuxième forme de réalisation l'écran comporte au moins deux couches en matériaux photosensibles. Chacune de ces couches est  
30 sensiblement à une longueur d'onde primaire particulière (rouge, vert ou bleu) et est transparente aux autres longueurs d'ondes primaires.

Selon la figure 5, les trois couches 1V, 1R, 1B sont superposées. Elles sont réalisées par exemple sur un support transparent 8. Puis après l'enregistrement des hologrammes dans les couches 1V, 1R, 1B, une couche 6  
35 absorbant la lumière est appliquée sur la face de l'écran non visible par le spectateur (dans le cas de la réalisation d'un écran à projection frontale).

Le procédé de l'invention permet également d'obtenir une dissymétrisation du lobe de diffusion de chaque point de l'écran.

Couramment, les spectateurs étant répartis ou se déplacent dans un plan horizontal par rapport à l'écran.

5 Pour restituer à la lecture de l'écran diffractant, un diffuseur ayant un lobe de diffusion plus grand en horizontal qu'en vertical, il suffit que le diffuseur "objet" (réseau diffuseur 2) utilise lors de l'enregistrement possède cette propriété : la dissymétrie du lobe de diffusion est alors intégrée à l'écran lors de l'enregistrement des hologrammes. De même si l'on désire un écran  
10 ayant plusieurs lobes de diffusion.

Des réseaux diffuseurs assymétriques existent et sont constitués de matrice(s) de microlentilles cylindriques associées à un diffuseur symétrique. On peut également éclairer le réseau diffuseur 2 avec une onde de section non pas circulaire mais elliptique, le grand axe sur l'horizontale. L'onde diffusée aura  
15 alors la symétrie de la source.

Il existe également dans le commerce des diffuseurs holographiques ayant des caractéristiques de diffusions assymétriques ou multilobes.

On remarque par ailleurs que l'onde de référence n'est pas obligatoirement rigoureusement égale à l'onde  $O_i$  mais dans ce cas l'efficacité  
20 de l'écran éclairé par  $O_i$  n'est pas optimale.

On remarque également que l'onde éclairant le diffuseur peut être quelconque. Elle ne dépend que de la direction moyenne de diffusion que l'on souhaite à la restitution.

## REVENDICATIONS

1. Ecran de projection holographique, caractérisé en ce qu'il comporte au moins une couche en matériau photosensible (1) dans lequel au moins un réseau d'indice peut être enregistré par interférence d'une onde optique d'enregistrement et d'une onde optique objet, l'épaisseur de la couche en matériau photosensible étant supérieure ou égale à  $n_0 \Lambda^2 / 2\pi\lambda$
- 5       $n_0$  étant l'indice moyen du matériau photosensible;  
         $\Lambda$  étant le pas moyen du réseau d'indice ;  
10       $\lambda$  étant la longueur d'onde d'enregistrement.
2. Ecran selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il a été enregistré pour constituer un écran de projection frontale.
3. Ecran selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il a été enregistré pour constituer un écran de rétroprojection.
- 15      4. Ecran selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte sur la face arrière de la couche photosensible (1) non visible par les spectateurs, une couche (6) en matériau absorbant la lumière.
5. Ecran selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte un empilement de couches (1V, 1B, 1R) sensibles chacune à une longueur d'onde d'enregistrement.
- 20      6. Ecran selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il comporte trois couches (1V, 1B, 1R) sensible chacune à une longueur d'onde primaire.
7. Ecran selon la revendication 1, caractérisé en ce que la couche photosensible (1) est sensible à une gamme de longueurs d'ondes comprenant les trois longueurs d'ondes primaires,  $\lambda$  étant la longueur d'onde moyenne de cette gamme de longueurs d'ondes.
- 25      8. Procédé de réalisation d'un écran holographique, caractérisé en ce que :
- on réalise au moins une couche (1) d'un matériau photosensible permettant d'enregistrer au moins un réseau de strates d'indices par interférence d'une onde objet à une onde d'enregistrement, l'épaisseur de cette couche étant supérieure ou égale à  $n_0 \Lambda^2 / 2\pi\lambda$
- 30       $n_0$  étant l'indice moyen du matériau photosensible;  
         $\Lambda$  étant le pas moyen du réseau d'indice ;  
35       $\lambda$  étant la longueur d'onde d'enregistrement.
- on enregistre le réseau de strates d'indices par éclairage de la couche (1) à l'aide d'une onde objet faisant un premier angle d'incidence avec le

plan de la couche (1) et d'une onde d'enregistrement faisant un deuxième angle d'incidence avec le plan de la couche (1).

9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que le premier angle d'incidence détermine une direction sur laquelle pourra se trouver un observateur lors de l'utilisation de l'écran et le deuxième angle d'incidence détermine la direction selon laquelle devra être dirigé le faisceau d'un projecteur d'image.

10. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que la couche (1) en matériau photosensible possède une première face (10) destinée à être visible par les spectateurs et une deuxième face (11) opposée à la première, l'onde objet éclairant la deuxième face et l'onde d'enregistrement éclairant la première face de façon à réaliser un écran à projection frontale.

11. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que la couche (1) en matériau photosensible possède une première face (10) destinée à être visible par les spectateurs et une deuxième face (11) opposée à la première, l'un de l'objet et l'onde d'enregistrement éclairant simultanément la deuxième face de façon à réaliser un écran de rétroprojection.

12. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'on réalise un empilement de plusieurs couches (1V, 1R, 1B) de matériaux actifs chacune pour une longueur d'onde déterminée et qu'on enregistre dans chaque couche au moins un réseau de strates à l'aide d'une onde ayant ladite longueur d'onde déterminée.

13. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'on réalise un empilement de trois couches (1V, 1R, 1B) actives pour l'une des trois longueurs d'ondes primaires du spectre du visible.

14. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que la couche (1) en matériau photosensible est en matériau sensible aux trois longueurs d'ondes primaires du spectre du visible.

15. Procédé selon l'une des revendications 12 à 14, caractérisé en ce que les enregistrements à l'aide des différentes longueurs d'ondes se font simultanément ou successivement.

16. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que la couche (1) en matériau photosensible possède une première face (10) destinée à être visible par les spectateurs et une deuxième face (11) opposée à la première, la deuxième face étant recouverte d'un matériau absorbant la lumière visible.

1/5

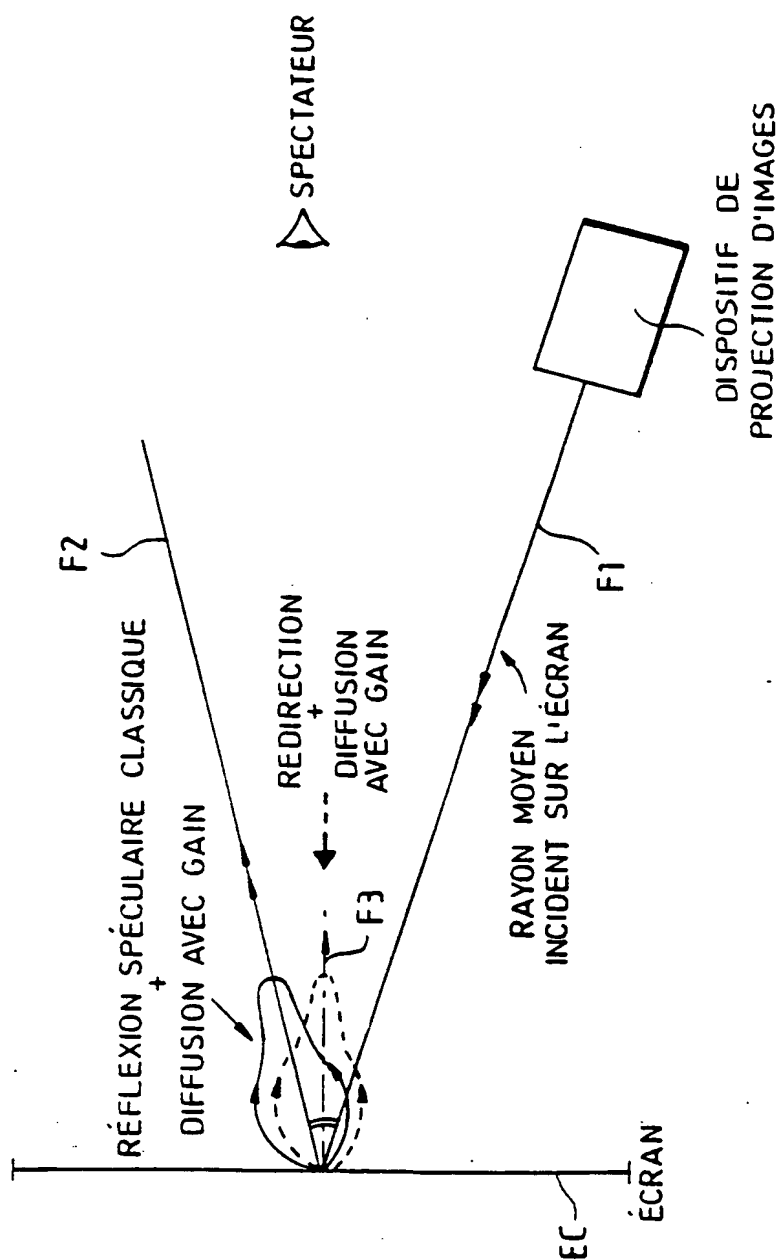


FIG.1

2/5

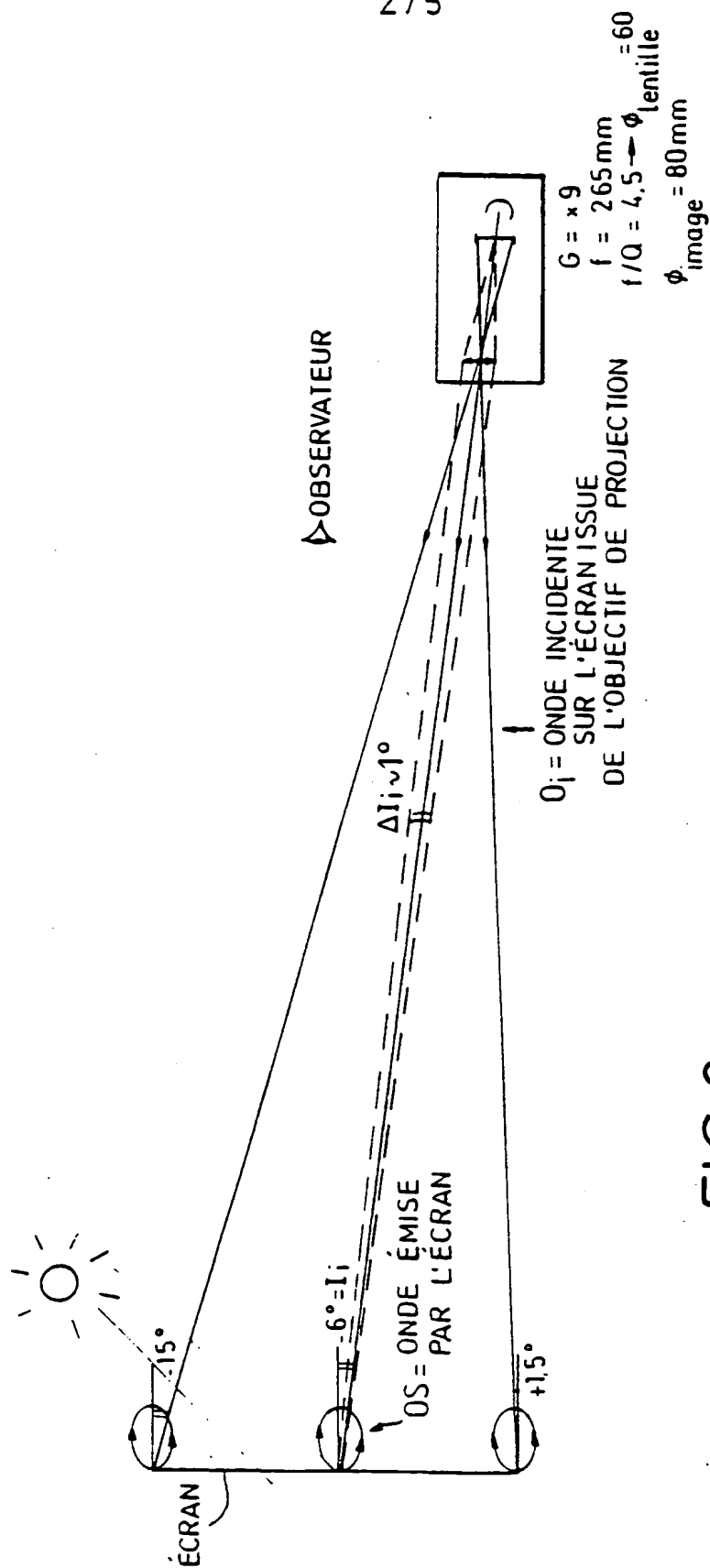


FIG.2

3/5

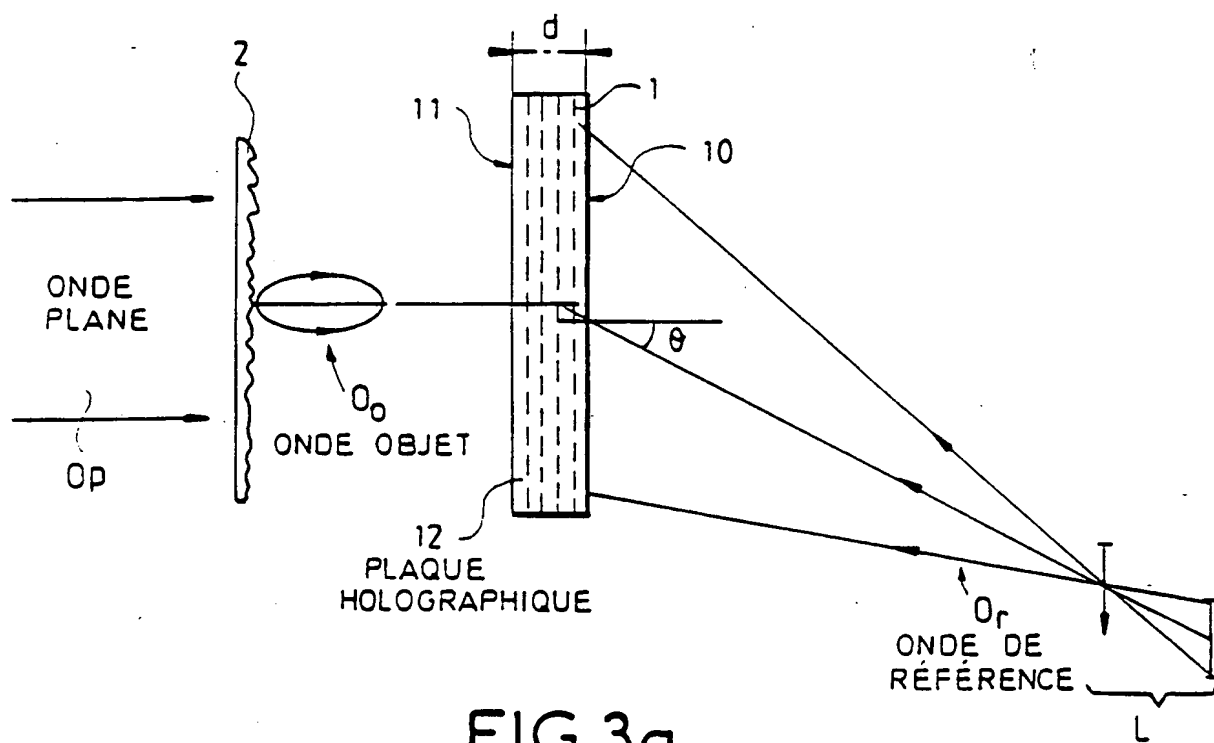


FIG. 3a

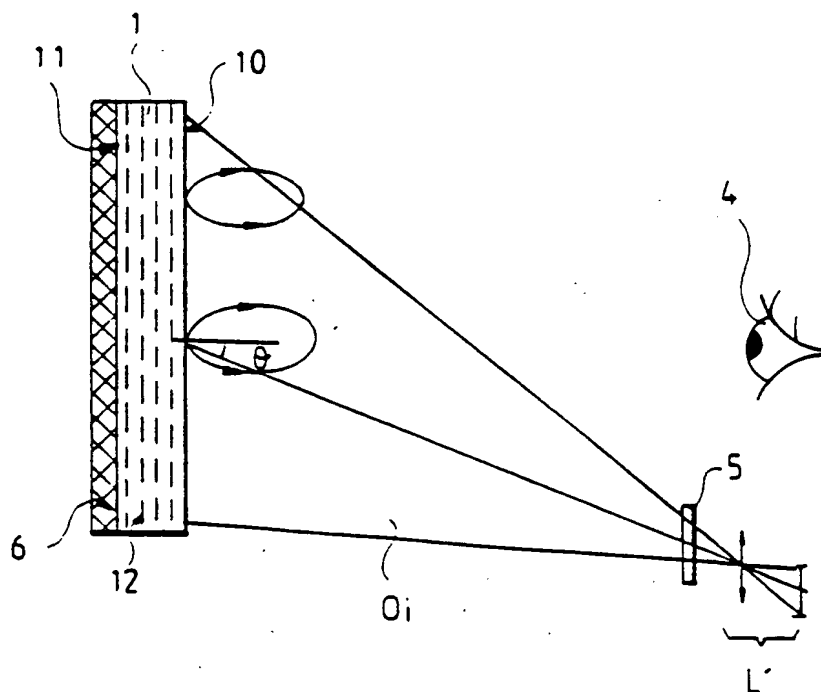


FIG. 3b

4/5

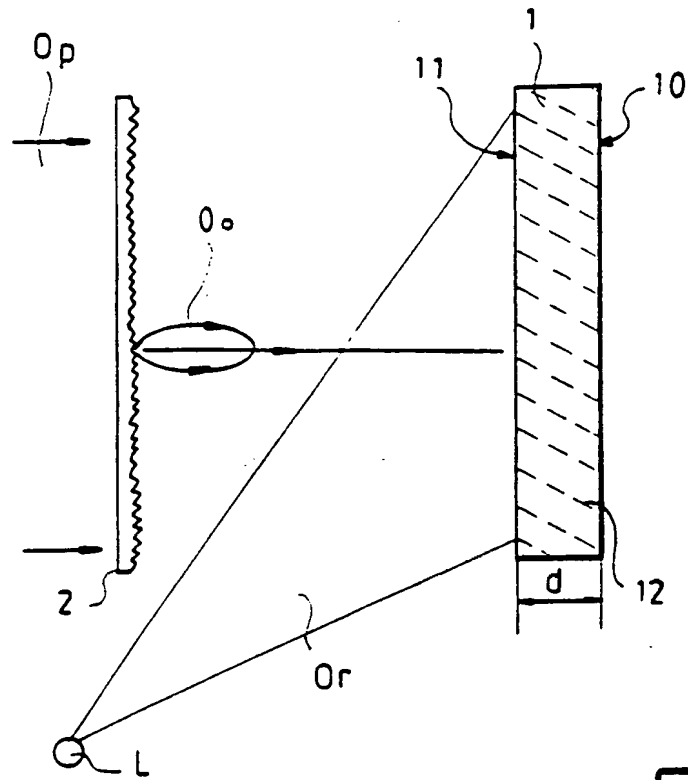


FIG. 4a

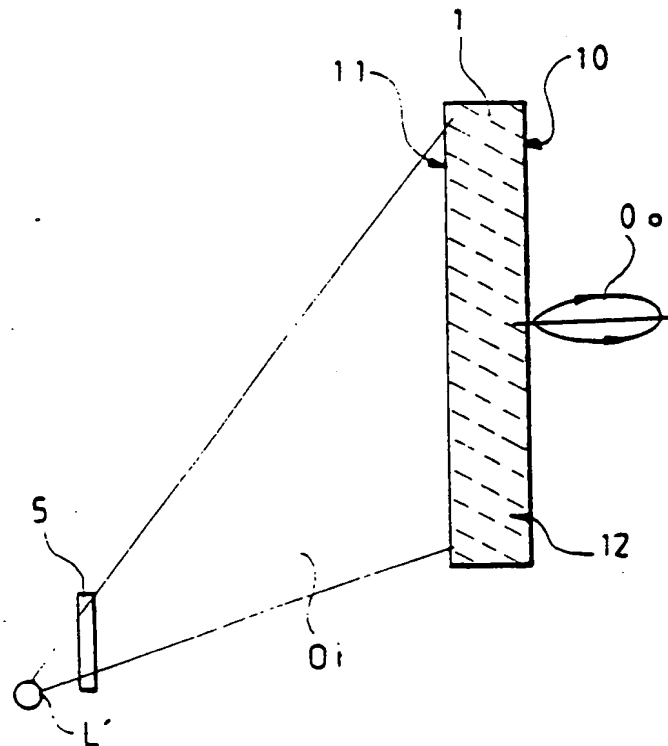


FIG. 4b



5/5

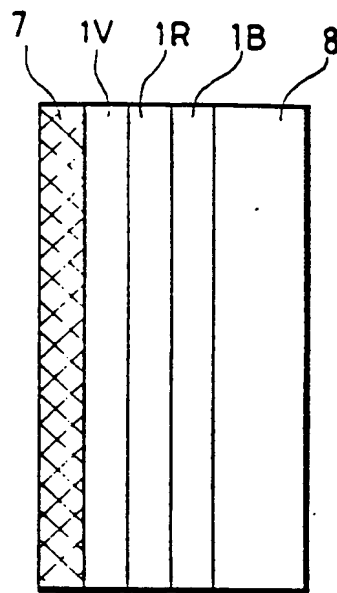


FIG.5

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/FR 94/00727

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

IPC 6 G02B5/32 G03B21/60 G03H1/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 G02B G03H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E	FR,A,2 699 289 (THOMSON-CSF) 17 June 1994 see the whole document ---	1-16
X	JP,A,4 136 885 (TOPPAN PRINTING CO LTD) 11 May 1992  see abstract; figures 1,3,10-13	1,2,5,6, 8,9,12, 13
A	see page 16, line 14 ---	4,16
Y	US,A,5 046 793 (HOCKLEY) 10 September 1991 see column 1, line 6 - line 22 see column 10, line 3 - line 35 see column 9, line 44 - line 58 --- -/--	1-16

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

**\* Special categories of cited documents :**

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 February 1995

Date of mailing of the international search report

03.03.95

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (- 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (- 31-70) 340-3016

Authorized officer

Kleikamp, B

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Application No  
PCT/FR 94/00727

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	P. HARIHARAN 'OPTICAL HOLOGRAPHY' 1984, CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS, CAMBRIDGE, GB, PAGES 56-62 see page 58, line 18 - line 28; figure 4.10; table 4.1 ---	1-16
Y	WO,A,90 15367 (FIRST HOLOGRAPHICS LTD.) 13 December 1990 see page 6, line 19 - line 24 see page 9, line 13 - line 28; claims 4-8 ---	5-7, 12-15
Y	GB,A,2 054 195 (AGA AKTIEBOLAG) 11 February 1981 see claims 1,3 ---	4,16
A	US,A,4 447 111 (LEIB) 8 May 1984 see column 4, line 49 - column 5, line 8 see column 9, line 10 - line 23 ---	1,8
A	US,A,3 909 111 (MEYERHOFER) 30 September 1975 see column 2, line 19 - line 24; claims 1,2 ---	1,8
A	EP,A,0 389 123 (HUGHES AIRCRAFT COMPANY) 26 September 1990  see column 7, line 8 - line 14 see column 7, line 33 - line 50 ---	2,3,7, 10,11, 14,15
A	OPTICAL ENGINEERING, vol.33, no.4, April 1994, BELLINGHAM US pages 1084 - 1088 STEPHEN WADLE ET AL. 'HOLOGRAPHIC DIFFUSERS: POLARIZATION EFFECTS' see abstract see page 1084, left column ---	4,16
A	EP,A,0 244 357 (CIBA-GEIGY AG) 4 November 1987 see page 2, line 3 - line 15 ---	4,16
A	US,A,3 708 217 (MCMAHON) 2 January 1973 see column 4, line 56 - line 64 ---	9
A	APPLIED OPTICS, vol.12, no.9, September 1973, NEW YORK US pages 2180 - 2184 DIETRICH MEYERHOFER 'HOLOGRAPHIC AND INTERFEROMETRIC VIEWING SCREENS' -----	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 94/00727

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR-A-2699289	17-06-94	NONE	
JP-A-4136885	11-05-92	NONE	
US-A-5046793	10-09-91	CA-A- 2008214	26-11-90
WO-A-9015367	13-12-90	AU-A- 5739090	07-01-91
GB-A-2054195	11-02-81	DE-A- 3026370	15-01-81
		JP-A- 56035109	07-04-81
US-A-4447111	08-05-84	AU-B- 563984	30-07-87
		AU-A- 2680484	17-10-85
		EP-A- 0157895	16-10-85
US-A-3909111	30-09-75	AU-A- 7843275	26-08-76
		BE-A- 826025	16-06-75
		CA-A- 1034413	11-07-78
		CH-A- 592319	31-10-77
		DE-A- 2508152	28-08-75
		FR-A, B 2262324	19-09-75
		GB-A- 1499135	25-01-78
		JP-A- 50122210	25-09-75
		NL-A- 7502275	29-08-75
		SE-A- 7501850	28-08-75
		US-A- 3996051	07-12-76
EP-A-0389123	26-09-90	US-A- 5112121	12-05-92
		CA-A, C 2009960	21-09-90
		IL-A- 93472	11-11-94
EP-A-0244357	04-11-87	JP-A- 63023185	30-01-88
US-A-3708217	02-01-73	NONE	

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 6 G02B5/32 G03B21/60 G03H1/02

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 6 G02B G03H

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
E	FR,A,2 699 289 (THOMSON-CSF) 17 Juin 1994 voir le document en entier ---	1-16
X	JP,A,4 136 885 (TOPPAN PRINTING CO LTD) 11 Mai 1992  voir abrégé; figures 1,3,10-13 voir page 16, ligne 14 ---	1,2,5,6, 8,9,12, 13
A	---	4,16
Y	US,A,5 046 793 (HOCKLEY) 10 Septembre 1991 voir colonne 1, ligne 6 - ligne 22 voir colonne 10, ligne 3 - ligne 35 voir colonne 9, ligne 44 - ligne 58 --- -/--	1-16

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

22 Février 1995

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

03.03.95

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Kleikamp, B

## C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	P. HARIHARAN 'OPTICAL HOLOGRAPHY' 1984, CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS, CAMBRIDGE, GB, PAGES 56-62 voir page 58, ligne 18 - ligne 28; figure 4.10; tableau 4.1 ---	1-16
Y	WO,A,90 15367 (FIRST HOLOGRAPHICS LTD.) 13 Décembre 1990 voir page 6, ligne 19 - ligne 24 voir page 9, ligne 13 - ligne 28; revendications 4-8 ---	5-7, 12-15
Y	GB,A,2 054 195 (AGA AKTIEBOLAG) 11 Février 1981 voir revendications 1,3 ---	4,16
A	US,A,4 447 111 (LEIB) 8 Mai 1984 voir colonne 4, ligne 49 - colonne 5, ligne 8 voir colonne 9, ligne 10 - ligne 23 ---	1,8
A	US,A,3 909 111 (MEYERHOFER) 30 Septembre 1975 voir colonne 2, ligne 19 - ligne 24; revendications 1,2 ---	1,8
A	EP,A,0 389 123 (HUGHES AIRCRAFT COMPANY) 26 Septembre 1990  voir colonne 7, ligne 8 - ligne 14 voir colonne 7, ligne 33 - ligne 50 ---	2,3,7, 10,11, 14,15
A	OPTICAL ENGINEERING, vol.33, no.4, Avril 1994, BELLINGHAM US pages 1084 - 1088 STEPHEN WADLE ET AL. 'HOLOGRAPHIC DIFFUSERS: POLARIZATION EFFECTS' voir abrégé voir page 1084, colonne de gauche ---	4,16
A	EP,A,0 244 357 (CIBA-GEIGY AG) 4 Novembre 1987 voir page 2, ligne 3 - ligne 15 ---	4,16
A	US,A,3 708 217 (MCMAHON) 2 Janvier 1973 voir colonne 4, ligne 56 - ligne 64 ---	9
A	APPLIED OPTICS, vol.12, no.9, Septembre 1973, NEW YORK US pages 2180 - 2184 DIETRICH MEYERHOFER 'HOLOGRAPHIC AND INTERFEROMETRIC VIEWING SCREENS' -----	

## RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No  
PCT/FR 94/00727

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR-A-2699289	17-06-94	AUCUN	
JP-A-4136885	11-05-92	AUCUN	
US-A-5046793	10-09-91	CA-A- 2008214	26-11-90
WO-A-9015367	13-12-90	AU-A- 5739090	07-01-91
GB-A-2054195	11-02-81	DE-A- 3026370	15-01-81
		JP-A- 56035109	07-04-81
US-A-4447111	08-05-84	AU-B- 563984	30-07-87
		AU-A- 2680484	17-10-85
		EP-A- 0157895	16-10-85
US-A-3909111	30-09-75	AU-A- 7843275	26-08-76
		BE-A- 826025	16-06-75
		CA-A- 1034413	11-07-78
		CH-A- 592319	31-10-77
		DE-A- 2508152	28-08-75
		FR-A, B 2262324	19-09-75
		GB-A- 1499135	25-01-78
		JP-A- 50122210	25-09-75
		NL-A- 7502275	29-08-75
		SE-A- 7501850	28-08-75
		US-A- 3996051	07-12-76
EP-A-0389123	26-09-90	US-A- 5112121	12-05-92
		CA-A, C 2009960	21-09-90
		IL-A- 93472	11-11-94
EP-A-0244357	04-11-87	JP-A- 63023185	30-01-88
US-A-3708217	02-01-73	AUCUN	

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**